

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. September 2005 (22.09.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/087534 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: B60L 13/04,
H01F 27/32

(74) Anwalt: FRHR. VON SCHORLEMER, R.; Karthäuser-
strasse 5a, 34117 Kassel (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2005/000219

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA,
ZM, ZW.

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. Februar 2005 (05.02.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 011 942.2 9. März 2004 (09.03.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): THYSSENKRUPP TRANSRAPID GMBH
[DE/DE]; Henschelplatz 1, 34127 Kassel (DE).

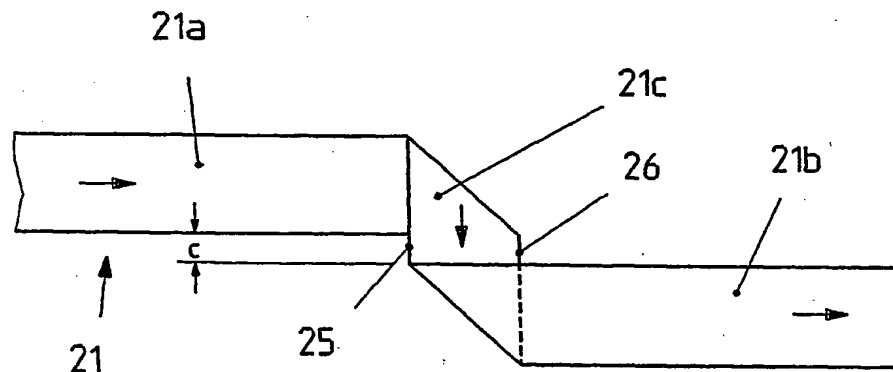
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,
PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HAHN, Wolf-
gang [DE/DE]; Klenzestrasse 17, 34125 Kassel (DE).
PFANNKUCH, Harald [DE/DE]; Mönchehofstrasse 8,
34590 Wabern (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MAGNETIC POLE FOR MAGNETIC LEVITATION VEHICLES

(54) Bezeichnung: MAGNETPOL FÜR MAGNETSCHWEBEFAHRZEUG



(57) Abstract: A magnetic pole for magnetic levitation vehicles is disclosed, comprising a core and a winding applied thereto. According to the invention, the winding comprises two separately arranged discs, formed from conductor strip sections (21a, 21b), wound in opposing directions and in several layers around the core, electrically connected to each other at the ends near the core by a mid-connector section (21c) which fixes the axial separation of the two discs and the winding direction of the conductor strip sections (21a, 21b).

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Magnetpol für Magnetschwebefahrzeuge mit einem Kern und einer auf den Kern aufgetragenen Wicklung beschrieben. Erfindungsgemäss enthält die Wicklung zwei mit Abstand angeordnete Scheiben, die aus mit entgegengesetztem Wicklungssinn und in mehreren Lagen um den Kern gewickelten Leitungsbandabschnitten (21a, 21b) gebildet sind, die an dem Kern nahen Enden durch einen mittleren, den axialen Abstand der beiden Scheiben und den Wicklungssinn der beiden Leitungsbandabschnitte (21a, 21b) festlegenden Verbindungsabschnitt (21c) elektrisch leitend miteinander verbunden sind.

WO 2005/087534 A1



Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Magnetpol für Magnetschwebefahrzeug

Die Erfindung betrifft einen Magnetpol gemäß der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Gattung.

Magnetpole dieser Art werden bei Magnetschwebefahrzeugen in vielfältiger Form
5 eingesetzt, z. B. als Teile von Trag-, Führ- oder Bremsmagneten. Bisher werden diese Magnetpole aus einem Eisenkern und einer auf die diesem aufgetragenen Wicklung hergestellt, die aus abwechselnd aufeinander folgenden Lagen eines Leiters und eines Isolators gebildet ist (PCT WO 97/30 504). Die Leiter und Isolatoren bestehen dabei aus bandförmigen Materialien, z. B. Aluminiumbändern und dünnen Isolierfolien.

10

Die bekannten Magnetpole bestehen aus je einer Scheibe, so daß die Lagenzahl gleich der Windungszahl ist. Dadurch ergibt sich bei hoher Windungszahl ein Kühlproblem. Wenn der Kern gleichzeitig als Kühlkörper wirken soll, muß die in den einzelnen Lagen erzeugte Wärme in radialer Richtung auch die elektrisch gewünschten, ther-
15 misch jedoch störenden Isolierfolien durchdringen, deren thermischer Gesamtwiderstand mit zunehmender Anzahl der Lagen stetig zunimmt.

In einer parallelen Patentanmeldung derselben Anmelderin wird daher vorgeschlagen, die Wicklung mit wenigstens zwei Scheiben zu versehen, die aus in mehreren Lagen

- 2 -

- um den Kern gewickelten Leitungsbändern gebildet sind, und die einzelnen Lagen radial, die beiden Scheiben dagegen axial elektrisch gegeneinander zu isolieren. Außerdem wird dort vorgeschlagen, die Leitungsbänder mit entgegengesetztem Wicklungssinn um den Kern zu wickeln und am Kern elektrisch miteinander zu
- 5 verbinden. Dadurch ergibt sich der Vorteil, daß der Magnetpol nicht mit bis nach innen durchgeführten, zwischen dem Kern und der ersten Lage endenden, elektrischen Anschlüssen versehen werden braucht. Noch nicht gelöst ist allerdings die Frage, wie die beiden dem Kern nahen Lagen kostengünstig mit Hilfe von elektrischen Verbindungsmitteln verbindbar sind, ohne daß durch diese scharfe Kanten und Ecken
- 10 entstehen, die Isolationsdurchbrüche durch Spitzenentladungen zur Folge haben können. Es wäre zwar möglich, zwischen dem Kern und der jeweils ersten Lage der beiden Scheiben eine ausreichend dicke Isolierschicht vorzusehen, die den in der Regel auf Massepotential befindlichen Kern gegen diese ersten Lagen und die dort vorgesehenen Verbindungsmittel elektrisch abschirmt. Dies wäre jedoch mit dem Nachteil ver-
- 15 bunden, daß die thermische Leitfähigkeit in radialer Richtung in diesem Bereich erheblich verschlechtert würde, was sich ungünstig auf die Abfuhr der in der Wicklung erzeugten Wärmeenergie über den auch als Kühlkörper wirkenden Kern und damit auf die Kühlleistung auswirken würde.
- 20 Der Erfindung liegt daher das technische Problem zugrunde, den Magnetpol der eingangs bezeichneten Gattung so auszubilden, daß er sowohl kostengünstig herstellbar ist als auch ohne aufwendige Isolierungsmaßnahmen gegen störende Feldstärkeverdrichtungen betrieben werden kann.
- 25 Zur Lösung dieses Problems dienen die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1.
- Die Erfindung bringt den Vorteil mit sich, daß die Wicklung für beide Scheiben aus einem komplett vorgefertigten, dem elektrischen Verbindungsabschnitt bereits aufweisenden Leiterband hergestellt werden kann. Der im Einzelfall gewünschte axiale
- 30 Abstand der beiden Scheiben wird dabei durch die Geometrie des Verbindungsabschnitts festgelegt. Dasselbe gilt für den entgegengesetzten Wicklungssinn der

beiden angrenzenden Leitungsbandabschnitte, so daß beim Bewickeln praktisch keine Fehler auftreten können.

Weitere vorteilhafte Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

5

Die Erfindung wird nachfolgend in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen an Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 in perspektivischer Darstellung die Bewicklung eines üblichen, eine Wicklung
10 mit einer Scheibe aufweisenden Magnetpols;

Fig. 2 schematisch einen Schnitt längs der Linie II - II der Fig. 1 durch eine Hälfte
eines erfindungsgemäß ausgebildeten Magnetpols mit einer zwei Scheiben aufweisen-
den Wicklung;

15

Fig. 3 die Draufsicht auf ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen
Leitungsbandes in einem ungefalteten Zustand;

Fig. 4 die Draufsicht auf das Leitungsband nach Fig. 3 in einem erfindungsgemäß
20 gefalteten Zustand;

Fig. 5 die Draufsicht auf einen Mittelabschnitt eines zweiten Ausführungsbeispiels des
erfindungsgemäßen Leitungsbandes;

25 Fig. 6 die Draufsicht auf ein der Fig. 5 im wesentlichen entsprechendes Leitungsband,
das jedoch mit besonders zugeschnittenen Leitungsbandabschnitten versehen ist; und

Fig. 7 eine der Fig. 2 entsprechende Schnittansicht des Magnetpols bei Anwendung
des Leitungsbandes nach Fig. 6.

30

Ein Magnetpol der hier interessierenden Art enthält nach Fig. 1 einen aus einem

- 4 -

Blechpaket bestehenden, vorzugsweise quaderförmigen Eisenkern 1 mit abgerundeten Ecken und eine auf diesen aufgebrachte Wicklung 2. Die Herstellung des Kerns 1 kann auf viele verschiedene Arten erfolgen und ist für die vorliegende Erfindung unbedeutend. Außerdem kann der Kern 1 mit einer umlaufenden, an einer Mantelfläche anliegenden Isolationsschicht 3 versehen sein, die aus einem z. B. aus Kunststoff hergestellten Isoliermaterial besteht und auch als Wicklungsträger ausgebildet sein kann, der Montageflansche 4 aufweist, zwischen denen die Wicklung 2 zu liegen kommt. Die Isolierschicht 3 dient somit sowohl zur Montage der Wicklung 2 als auch zur elektrischen Isolierung der Wicklung 2 gegen den Kern 1 in radialer Richtung, bezogen auf eine Mittel- und Wickelachse 5 des Kerns 1.

Die Wicklung 2 wird z. B. durch abwechselnd aufeinander folgende Lagen aus einem Leitungsband 6 (z. B. Aluminium) und zwischen diesen angeordneten Isolationsschichten 7 in Form einer Isolierfolie od. dgl. gebildet, die die Lagen in radialer Richtung elektrisch gegeneinander isolieren. Bei der Herstellung des Magnetpols werden die Leitungsbänder 6 und die Isolationsschichten 7 z. B. in bekannter Weise von Vorratsspulen 8, 9 abgewickelt und koaxial um die Mittelachse 5 auf den Kern 1 gewickelt. Die dadurch erhaltene Wicklung 2 besteht daher aus einer zur Mittelachse 5 koaxialen Scheibe, die in radialer Richtung eine Vielzahl von Lagen aufweist.

Magnetpole der beschriebenen Art für Magnetschwebefahrzeuge weisen z. B. bis zu 300 Lagen auf. Daher muß die beim Betrieb erzeugte Wärme, sofern sie in einer mittleren, z. B. in der 150. Lage der Wicklung 2 erzeugt wird, in radialer Richtung sowohl nach innen zum Kern 1 hin als auch radial nach außen jeweils eine Vielzahl von z. B. 150 Isolationsschichten durchdringen, die zur elektrischen Isolierung eine bestimmte Mindestdicke haben müssen. Die Wärmeabfuhr und damit die Kühlwirkung in radialer Richtung sind daher stark von der Zahl der vorhandenen Lagen 1 ... 300 abhängig.

Erfindungsgemäß wird daher zunächst vorgeschlagen, die Lagen einer Wicklung 10 (Fig. 2) auf zwei in axialer Richtung übereinander liegende Scheiben 11 und 12 zu

- 5 -

verteilen. Besonders vorteilhaft ist es, wenn beide Scheiben 11, 12 jeweils im wesentlichen dieselbe Anzahl von Lagen bzw. Wicklungen aufweisen. Dies ist in Fig. 2 dadurch realisiert, daß z. B. die Scheibe 11 die Lagen 1 bis 150 und die Scheibe 12 die Lagen 151 bis 300 aufweist, wobei die einzelnen Lagen durch das Bezugszeichen 5 14 und zwischen ihnen befindliche Isolationsschichten durch das Bezugszeichen 15 angedeutet sind. In magnetischer Hinsicht ergibt sich dadurch bei gleichem Strom dieselbe Durchflutung wie bei Anwendung einer einscheibigen Wicklung mit gleicher Windungszahl. Damit auch die für die Verlustleistung maßgeblichen Querschnittsflächen der einzelnen Lagen dieselben wie bei einer einscheibigen Wicklung 2 entsprechend Fig. 1 sind, ohne daß die in axialer Richtung gemessene Höhe des Magnetpols vergrößert werden muß, weisen die Lagen 14 in Fig. 2 die halbe Höhe und die doppelte Dicke im Vergleich zu Fig. 1 auf. Schließlich ist in Fig. 2 wenigstens eine zweite Isolierschicht 16 vorgesehen, die zwischen den beiden Scheiben 11, 12 angeordnet ist und diese in axialer Richtung elektrisch gegeneinander isoliert.

15

Die Lagen 14 werden in der einen Scheibe 11 vorzugsweise mit entgegengesetztem Wicklungssinn im Vergleich zur anderen Scheibe 12 um den Kern 1 gewickelt. Dadurch ist es möglich, die beiden innen am Kern 1 liegenden Lagen durch eine Verbindungsleitung 17 elektrisch miteinander zu verbinden und beide radial am 20 weitesten außen liegende Lagen 14 mit je einem elektrischen Anschluß 18, 19 zu versehen, von denen der eine als Zuleitung und der andere als Ableitung für den die Wicklung 10 durchfließenden Strom dient, so daß die einzelnen Lagen 14 hintereinander vom Strom durchflossen werden, wenn zwischen den Anschlüssen 18, 19 die Klemmenspannung liegt.

25

Zur Vereinfachung der Herstellung und Montage und zur Vermeidung von schädlichen Verdichtungen der elektrischen Feldstärke im Bereich der Verbindungsleitung 17 aufgrund von scharfen Ecken oder Kanten werden die beiden in den Scheiben 11 und 12 befindlichen Wicklungsabschnitte erfindungsgemäß aus einem Leitungsband 21 30 (Fig. 3, 4) gebildet, das zwei Leitungsbandabschnitte 21a und 21b und einen zwischen den beiden liegenden Verbindungsabschnitt 21c enthält, der diejenigen Enden der

Leitungsbandabschnitte 21a, 21b elektrisch leitend miteinander verbindet, die bei der Montage nahe am Kern 1 (Fig. 2) zu liegen kommen. Das Leitungsband 21 hat zweckmäßig über seine gesamte Länge dieselbe Breite b . Der Verbindungsabschnitt 21c besteht zweckmäßig aus demselben Material (z. B. Aluminium) wie jeder

5 Leitungsbandabschnitt 21a bzw. 21b. Außerdem ist der Verbindungsabschnitt 21c so gestaltet, daß er sowohl einen Abstand a (Fig. 2) der beiden Scheiben 11, 12 im montierten Zustand als auch den Wicklungssinn der Leitungsabschnitte 21a, 21b in den Scheiben 11, 12 bei der Montage festlegt. Diese Festlegungen werden durch die nachfolgend beschriebene Faltung des Leitungsbandes 21 erhalten.

10

Gemäß Fig. 3 enthält das Leitungsband 21 zwei gedachte oder durch Einprägungen od. dgl. vorgegebene, in Fig. 3 gestrichelt angedeutete Faltlinien 22 und 23. Beide Faltlinien 22, 23 verlaufen unter einem Winkel α , der z. B. zwischen 30° und 60° liegt und vorzugsweise 45° beträgt, schräg zu einer Längsachse 24 des Leitungsbandes

15 21. Die beiden Faltlinien 22, 23 begrenzen gleichzeitig den Verbindungsabschnitt 21c des Leitungsbandes 21.

Das Leitungsband 21 wird vor der Montage gefaltet. Dazu wird z. B. zunächst der Verbindungsabschnitt 21c zusammen mit dem angrenzenden Leitungsbandabschnitt

- 20 21b um 180° um die Faltlinie 22 gefaltet, z. B. nach oben aus der Zeichenebene heraus. Dadurch kommt der Leitungsbandabschnitt 21b senkrecht zum Leitungsbandabschnitt 21a zu liegen, wobei jetzt im Gegensatz zu Fig. 3 seine Unterseite nach oben weist. In zweiten Schritt wird dann allein der Leitungsbandabschnitt 21b um 180° um die zweite Faltlinie 23 gefaltet, und zwar wiederum nach oben aus der
- 25 Zeichenebene heraus. Danach nimmt der Leitungsbandabschnitt 21b die aus Fig. 4 ersichtliche Lage ein, in welcher die in Fig. 3 oben liegende Seite wiederum oben liegt. Gleichzeitig ist aus Fig. 4 erkennbar, daß die beiden Leitungsbandabschnitte 21a, 21b nach der Faltung zwar parallel zueinander liegen, dabei aber einen Abstand c voneinander aufweisen. Dieser Abstand ergibt sich bei einem Faltwinkel α von 45°
- 30 aus der Differenz zwischen einem Abstand d der beiden Faltlinien 22, 23 parallel zur Längsachse 24 (Fig. 3) und der Breite b des Leitungsbandes 21. Je größer (kleiner)

- 7 -

diese Differenz ist, um so größer (kleiner) ist der Abstand c . Dabei ist klar, daß das Maß d um so viel größer als das Maß b gewählt wird, das die Differenz $d - b$ genau gleich dem in Fig. 2 mit a bezeichneten Abstand zwischen den beiden herzustellenden Scheiben 11, 12 ist. Bei Faltlinien, die mit von 45° abweichenden Faltwinkeln α geneigt sind, führen ähnliche Überlegungen zum erforderlichen Maß a in Fig. 2.

Beim Bewickeln des Kerns 1 wird der Verbindungsabschnitt 21c eines auf die erforderliche Länge abgelängten Leitungsbandes 21 mit seiner Ober- oder Unterseite auf die Mantelfläche des Kerns 1 bzw. der Isolationsschicht 3 gelegt. Anschließend wird der Leitungsbandabschnitt 21a in dem sich daraus ergebenden einen Winklungssinn und der Leitungsbandabschnitt 21b im entgegengesetzten Wicklungssinn um den Kern 1 gewickelt. Sowohl das Maß c als auch der Wicklungssinn ist dabei durch die Geometrie des Verbindungsabschnitts 21c fest vorgegeben. Die daraus resultierende Richtung eines z. B. über den Anschluß 18 (Fig. 2) zugeführten Stroms ist in Fig. 3 und 4 durch Pfeile angedeutet, wodurch ersichtlich ist, daß sich die vom Strom in den beiden Scheiben 11, 12 erzeugten magnetischen Durchflutungen addieren.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 und 4 könnte sich der Nachteil ergeben, daß unmittelbar am Kern 1 zu liegen kommende Seitenkanten 25, 26 des Verbindungsabschnitts 21c zu störenden Feldstärkeverdichtungen (Spitzenentladungen) Anlaß geben, da diese Seitenkanten 25, 26 nach der Montage frei zwischen den beiden Scheiben 11, 12 liegen und der Abstand a wegen der erforderlichen Scheiben-Isolationsschicht 16 (Fig. 2) nicht beliebig klein gemacht werden kann.

Dem aus Fig. 3 und 4 ersichtlichen Problem wird erfindungsgemäß mit dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 bis 7 abgeholfen. Gemäß Fig. 5 enthält ein Leitungsband 28 analog zu Fig. 3 und 4 zwei Leitungsbandabschnitte 29, 30 und einen dazwischen liegenden Verbindungsabschnitt 31, der die beiden Leitungsbandabschnitte 29, 30 elektrisch miteinander verbindet und vorzugsweise aus demselben Material wie diese besteht. Im Gegensatz zu Fig. 3 und 4 werden die zur Herstellung der Wicklung 10 (Fig. 2) dienenden Leitungsbandabschnitte 29, 30 aus separaten Streifen hergestellt,

- 8 -

die parallel zu einer Längsachse 32 durchgehend dieselbe Breite e haben. Der Verbindungsabschnitt 31 besteht aus einem ebenfalls separat hergestellten, z. B. durch Stanzen erhaltenen, flächigen Formteil, das zwei in Richtung der Längsachse 32 beabstandete Anschlußenden 31a, 31b aufweist, die durch Schweißen oder sonstwie, wie durch Punkte 33 angedeutet ist, fest mit den Leitungsbandabschnitten 29, 30 verbunden sind. Die Anschlußenden 31a, 31b weisen zweckmäßig ebenfalls die Breite e auf und sind senkrecht zur Längsachse um ein Maß f beabstandet, das dem Maß a in Fig. 2 entspricht. Zwischen den beiden Anschlußenden 31a, 31b besitzt der Verbindungsabschnitt zwei parallel zur Längsachse 32 verlaufende Längsränder 31c, 31d, die um ein Maß g beabstandet sind, das der Summe aus der doppelten Breite e und dem Maß f entspricht. Dabei geht der Längsrand 31c bündig in eine Außenkante des einen Anschlußendes 31a und eine Außenkante 29a des damit verbundenen Leitungsbandabschnitts 29 über, während der andere Längsrand 31d bündig in eine gegenüberliegende Außenkante des anderen Anschlußendes 31b und eine Außenkante 30a des mit diesen verbundenen Leitungsbandabschnitts 30 übergeht.

Die Montage des Leitungsbandes 28 nach Fig. 5 erfolgt analog zu der des Leitungsbandes 21 nach Fig. 3 und 4, wobei wegen des Formteils 31 allerdings der Faltvorgang entfallen kann. Nachdem der Verbindungsabschnitt 31, dessen Maß g im wesentlichen der Höhe des Kerns 1 entspricht, auf diesen aufgelegt ist, werden die Endabschnitte 31a, 31b und mit ihnen die Leitungsbandabschnitte 29, 30 in dem einen bzw. anderen Wicklungssinn um den Kern 1 gewickelt, wobei wiederum von einem fertig vorbereiteten und auf Länge geschnittenen Leitungsband 28 ausgegangen wird. Der Abstand a der dadurch gebildeten Scheiben 11, 12 (Fig. 2) entspricht dann automatisch dem Maß f , und auch der entgegengesetzte Wicklungssinn ist durch den Verbindungsabschnitt 31 fest vorgegeben. Außerdem wird eine Länge l des Verbindungsabschnitts 31 zweckmäßig so gewählt, daß der Verbindungsabschnitt 31 die erste volle, unmittelbar auf dem Kern 1 bzw. die Isolationsschicht 3 gewickelte Lage bildet. Für diesen Fall stoßen Kanten 31e und 31f, die in den Übergangsbereichen zwischen den Anschlußenden 31a, 31b und dem die Breite g aufweisenden Mittelstück des Verbindungsabschnitts 31 liegen, nach der Montage vorzugsweise gegeneinander,

- 9 -

bevorzugt mit einer geringfügigen, z. B. durch Schlitzung der einen Kante ermöglichten Überlappung. Dadurch fehlen die aus Fig. 4 ersichtlichen, frei liegenden Seitenkanten 25 und 26, und ein zwischen den beiden Scheiben 11, 12 bestehende Schlitz ist durch den Verbindungsabschnitt 31 zum Kern 1 hin vollständig abgedeckt.

5

Eine weitere Verbesserung der Isolierungseigenschaften wird mit dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 und 7 erzielt, das im wesentlichen dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 entspricht. Im Unterschied dazu sind die Leitungsbandabschnitte 29, 30 so ausgebildet, daß ihre Außenkanten 29a, 30a in einem an den Verbindungsabschnitt 31 grenzenden Bereich schräg zur Längsachse 32 nach außen laufen. Zu diesem Zweck wird einerseits ein dem Maß g in Fig. 5 entsprechendes Maß g_1 des Verbindungsabschnitts 31 etwas kleiner gewählt, als der Höhe des Kerns 1 entspricht. Andererseits werden die Leitungsbandabschnitte 29, 30 an den äußeren Längsrändern 29a, 30a zweckmäßig derart zugeschnitten, daß ihre Breite (Maß e in Fig. 5) vom Verbindungsabschnitt 31 aus in Längsrichtung (Achse 32) bis zu einem Höchstwert e_1 (Fig. 6) stetig zunimmt, wobei diese Zunahme längs einer geraden oder gekrümmten Linie verlaufen kann. Dabei wird der Höchstwert e_1 , in Längsrichtung betrachtet, nach einer Länge erreicht, die einer Anzahl von Lagen entspricht, die kleiner als die Anzahl der insgesamt vorhandenen Lagen der zugehörigen Scheibe ist. Beispielsweise wird der Höchstwert e_1 nach einer etwa zehn Lagen entsprechenden Länge des betreffenden Leitungsbandabschnitts 29, 30 erreicht. Dabei erfolgt das Zuschneiden der Längskanten 29a, 30a vorzugsweise symmetrisch zu der senkrecht zur Mittelachse 5 (Fig. 2) verlaufenden Längsachse 32, jedoch mit dem aus Fig. 6 ersichtlichen Versatz in Richtung der Achse 32. An ihrem mit den Anschlußenden 31a, 31b verbundenen Enden weisen die Leitungsbandabschnitte 29, 30 daher eine gegenüber dem Maß e_1 entsprechend reduzierte Breite e_2 auf (Fig. 6).

Das beschriebene Zuschneiden der Seitenränder 29a, 30a führt dazu, daß mit ihnen gebildete Lagen 34a, 34b ... 34k von zwei Wicklungen 35 und 36 gemäß Fig. 7, in der dazwischen liegende Isolationsschichten nicht dargestellt sind, eine allmählich zunehmende Höhe erhalten. Dabei wird die Steigung der Längskanten 29a, 30a mit

30

- 10 -

besonderem Vorteil so gewählt, daß dem Kern 1 bei den ersten Lagen 34a, 34b ... jeweils nur eine Ecke bzw. scharfe Kante (z. B. 37, 38 in Fig. 7) zugewandt ist, die bereits von der nachfolgenden Lage flächig abgedeckt wird. So wird z. B. die Kante 37 der Lage 34a von der Lage 34b und die Kante 38 der Lage 34b von der Lage 34c abgedeckt usw., wodurch schädliche Spitzenentladungen weitgehend vermieden werden. Dies gilt insbesondere bei Berücksichtigung des Umstandes, daß die Leitungsbandabschnitte 29, 30 vergleichsweise dünn sind (z. B. 0,2 mm) und die Feldstärkeverdichtungen bei Kombinationen Platte/Spitze wenigstens etwa dreimal so groß wie bei einer Kombination Platte/Platte sind. Außerdem kann durch die beschriebene Ausbildung der Zuschnitte sichergestellt werden, daß die kleinste Breite e_2 der Leitungsbandabschnitte 29, 30 dort, wo sie mit den Anschlußenden 31a, 31b verbunden sind, nur um soviel kleiner als die maximale Breite e_1 ist, daß die damit verbundene Vergrößerung des ohmschen Widerstandes keine wesentlichen Nachteile im Hinblick auf die Abfuhr der Verlustwärme über den Kern 1 in radialer Richtung zu Folge hat.

Im übrigen zeigt Fig. 7, daß beim Ausführungsbeispiel die maximale Breite e_1 der Leitungsbandabschnitte 29, 30 etwa bei der vierten Lage 34d erreicht wird.

Weitere Vorteile der Erfindung bestehen darin, daß durch Vermeidung von Isolationsdurchbrüchen eine höhere Betriebssicherheit, eine Reduzierung von Alterungseffekten und eine Vergrößerung der Nennwerte für Korona- und Teilentladungen erhalten werden. Dabei ist klar, daß die Geometrie der aus Fig. 6 und 7 ersichtlichen Abstufungen im Bereich der ersten Lagen 34a, 34b ... im Prinzip beliebig gewählt und weitgehend den magnetischen Bedürfnissen angepaßt werden kann. Weiter ist es möglich, zwischen der Isolationsschicht 3 des Kerns 1 und der ersten Lage 34a noch eine nicht dargestellte, über die Höhe des Kerns 1 durchgehende, teilleitfähige Folie vorzusehen, die z. B. aus einem mit Ruß versetzten, organischen Isolierstoff besteht und dazu geeignet ist, kapazitive Ströme abzuleiten, Betriebsströme dagegen nicht durchzulassen. Die Folie kann nach dem Bewickeln des Kerns 1 gegen die Kanten und Ecken 37, 38 (Fig. 7) usw. gelegt werden, um dadurch eine Abrundung und Ver-

- 11 -

gleichmäßigung der abgestuften Bereiche in der Nähe des Kerns 1 zu erhalten und die Gefahr von Spitzentladungen weiter zu reduzieren.

Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, die auf
5 vielfache Weise abgewandelt werden können. Dies gilt insbesondere für die im
Einzelfall gewählte Form der Faltung nach Fig. 3 und 4 bzw. die Ausbildung der
Verbindungsabschnitte bzw. Formteile 31 nach Fig. 5 und 6. Weiter ist es möglich,
den Magnetpol bei analoger Ausbildung aus vier, sechs oder mehr, in Richtung der
Mittelachse 5 übereinander liegenden Scheiben auszubilden. Schließlich versteht sich,
10 daß die verschiedenen Merkmale auch in anderen als den beschriebenen und darge-
stellten Kombinationen angewendet werden können.

- 12 -

Ansprüche

1. Magnetpol für Magnetschwebefahrzeuge mit einem eine Mittelachse (5) aufweisen-
den Kern (1) und einer auf den Kern (1) aufgetragenen Wicklung (10, 35, 36),
dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklung (10, 35, 36) zwei in Richtung der Mittel-
achse (5) beabstandete Scheiben (11, 12) enthält, die aus zwei mit entgegengesetztem
5 Wicklungssinn und in mehreren Lagen um Kern (1) gewickelten Leitungsbandabschnit-
ten (21a, 21b; 29, 30) gebildet sind, die an dem Kern (1) nahen Enden durch einen
mittleren, den axialen Abstand (a) der beiden Scheiben (11, 12) und den Wicklungs-
sinn der beiden Leitungsbandabschnitte (21a, 21b; 29, 30) festlegenden Verbindungs-
abschnitt (21c, 31) elektrisch leitend miteinander verbunden sind.
- 10 2. Magnetpol nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklung (10) aus
einem durchgehenden, einstückigen Leitungsband (21) von im wesentlichen durch-
gehend gleicher Breite (b) hergestellt ist, wobei der axiale Abstand (a) der beiden
Scheiben (11, 12) durch Faltung im Bereich des Verbindungsabschnitts (21c) festge-
15 legt ist.
3. Magnetpol nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Leitungsband (21)
längs zweier Faltlinien (22, 23) gefaltet ist, die parallel zueinander und schräg zu
einer Längsachse (24) des Leitungsbandes (21) angeordnet sind.
- 20 4. Magnetpol nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklung (35, 36)
aus einem durchgehenden Leitungsband (28) hergestellt ist, bei dem der Verbindungs-
abschnitt (31) als flächiges Formteil ausgebildet ist, das zwei den axialen Abstand
(a) der beiden Scheiben festlegende, mit je einem der Leitungsbandabschnitte (29, 30)
25 verbundene Anschlußenden (31a, 31b) aufweist.
5. Magnetpol nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Leitungs-
bandabschnitte (29, 30) durch Schweißen mit dem Verbindungsabschnitt (31) ver-
bunden sind.

- 13 -

6. Magnetpol nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Leitungsbandabschnitt (29, 30) an einem äußeren Längsrand (29a, 30a) derart zugeschnitten ist, das seine Breite (e) vom Verbindungsabschnitt (31) aus in Längsrichtung bis zu einem Höchstwert (e1) stetig zunimmt.

5

7. Magnetpol nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Höchstwert (e1) der Breite, in Längsrichtung betrachtet, nach einer Länge erreicht ist, die einer Anzahl von Lagen (34) entspricht, die kleiner als die Anzahl der insgesamt vorhandenen Lagen (34) der zugehörigen Scheibe ist.

10

8. Magnetpol nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Höchstwert (e1) der Breite nach einer etwa zehn Lagen (34) entsprechenden Länge des Leitungsbandabschnitts (29, 30) erreicht ist.

15

9. Magnetpol nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Längsränder (29a, 30a) der Leitungsbandabschnitte (29, 30) symmetrisch zu einer senkrecht zur Mittelachse (5) erstreckten Längsachse (32) des Leitungsbandes (28), jedoch mit einem durch den Verbindungsabschnitt (31) gebildeten Versatz zugeschnitten sind.

20

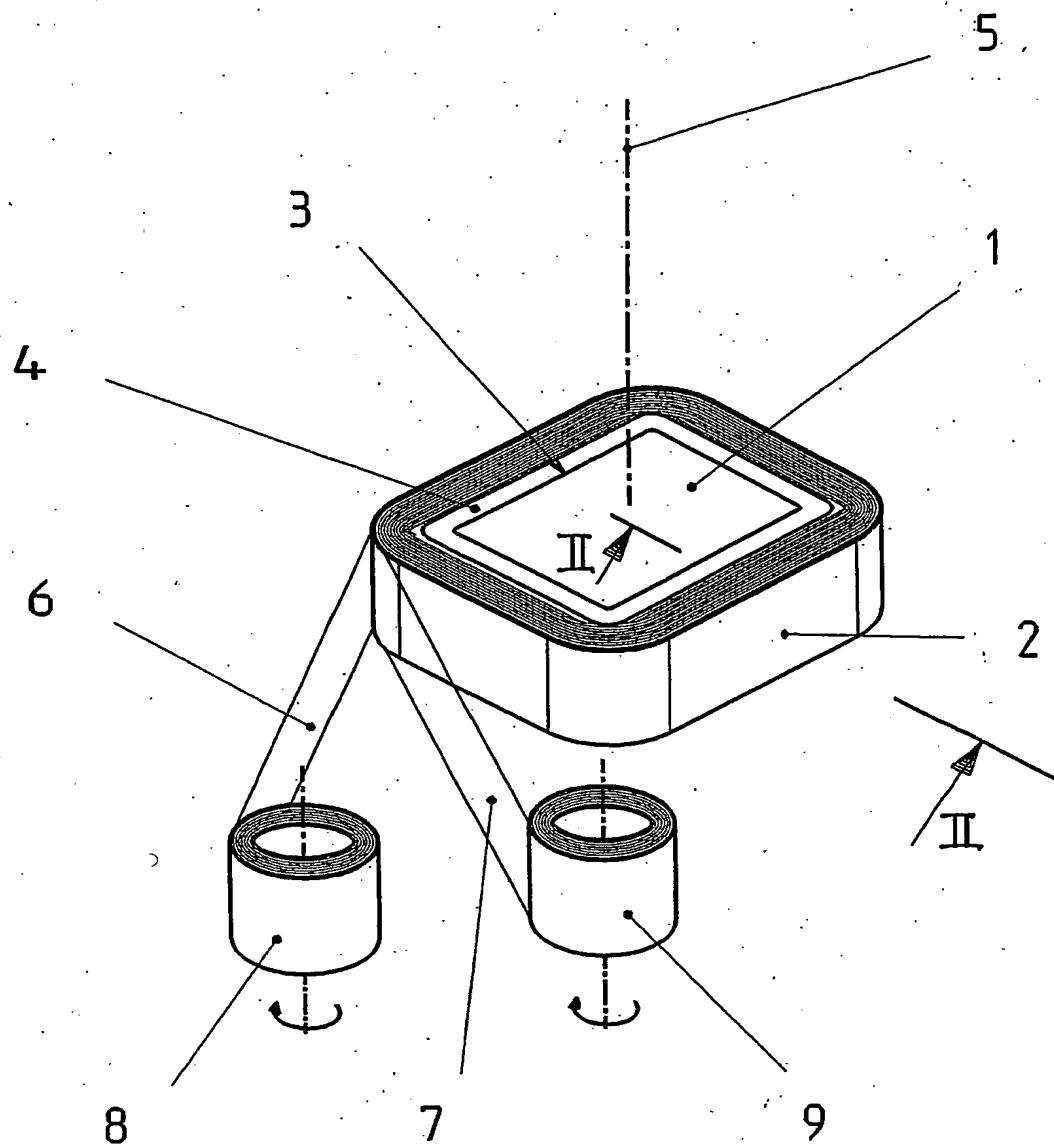
10. Magnetpol nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Längsränder (29a, 30a) längs Geraden oder stetiger Kurven zugeschnitten sind.

11. Magnetpol nach einem der Ansprüche 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbindungsabschnitt (31) so ausgebildet ist, das er die erste, um den Kern (1) gewickelte Lage der beiden Scheiben bildet und einen durch den Abstand (a) der beiden Scheiben gebildeten Schlitz abdeckt.

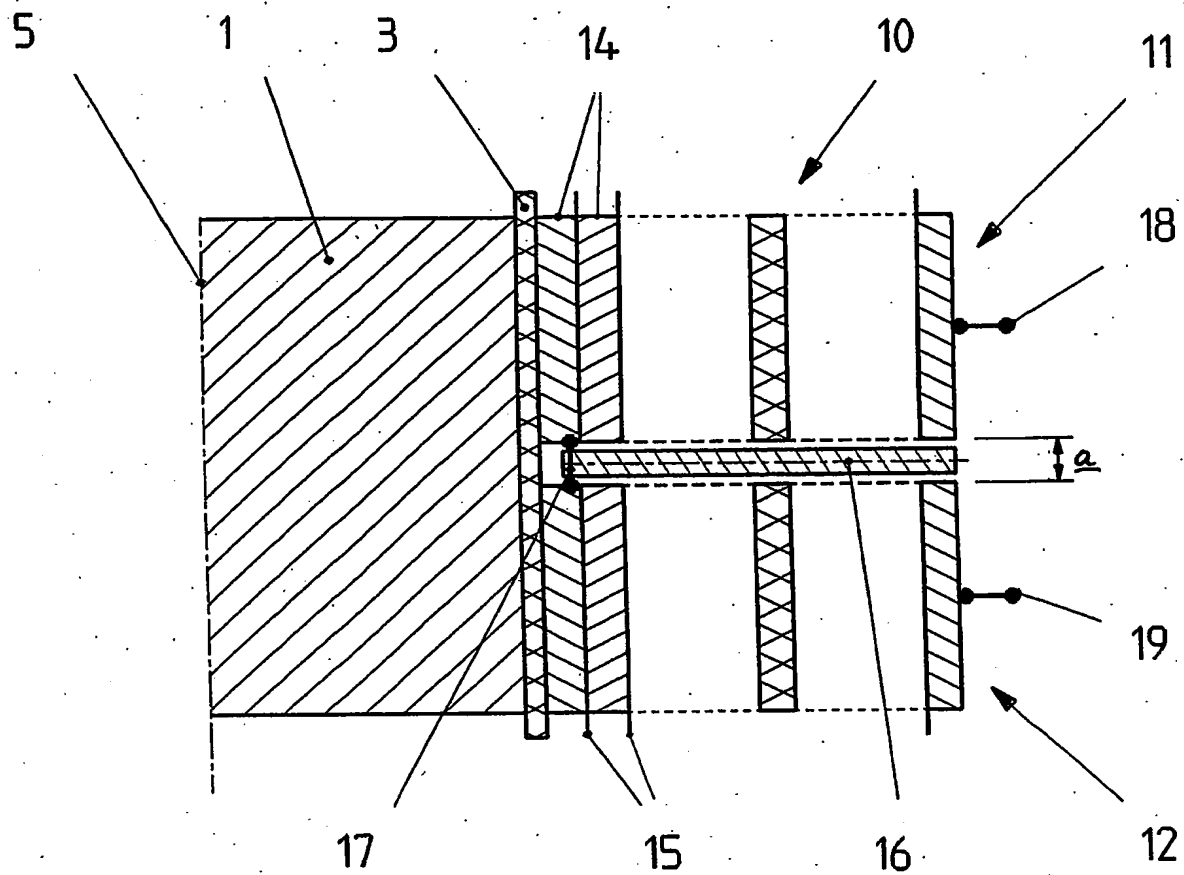
12. Magnetpol nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern (1) an seiner Mantelfläche mit einer Isolationsschicht (3) umwickelt und zwischen der Isolationsschicht (3) und der an diese grenzenden Lage (14, 34a) der

- 14 -

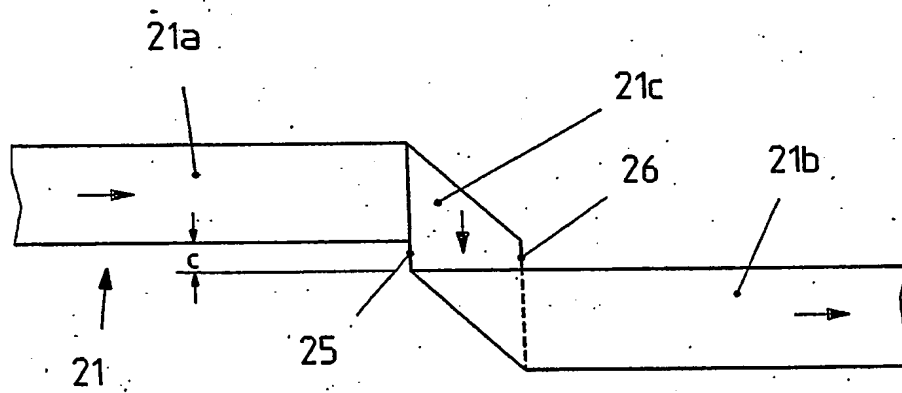
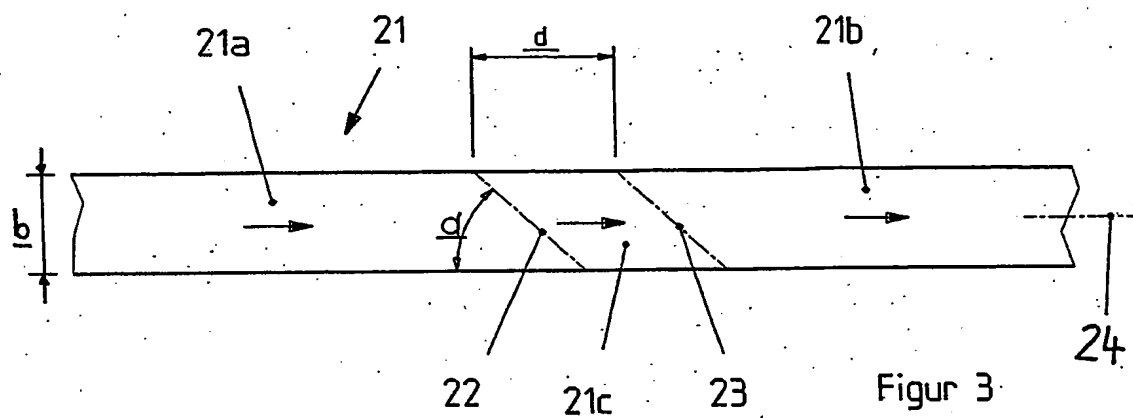
Scheibe (11, 12) eine teilleitfähige Folie angeordnet ist, die an durch das Zuschneiden des Leitungsbandes (21, 28) gebildeten Stufen anliegt.

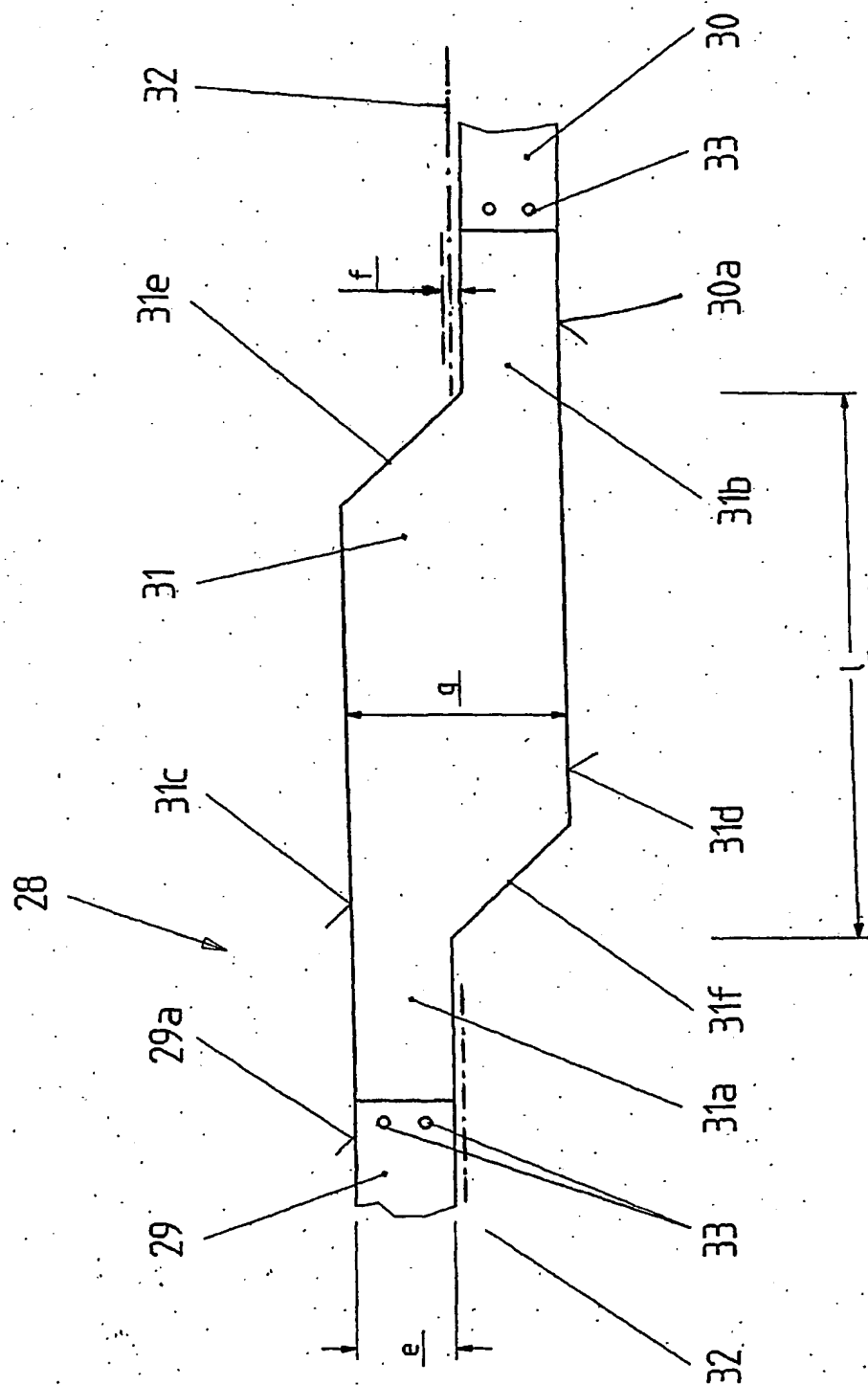


Figur 1

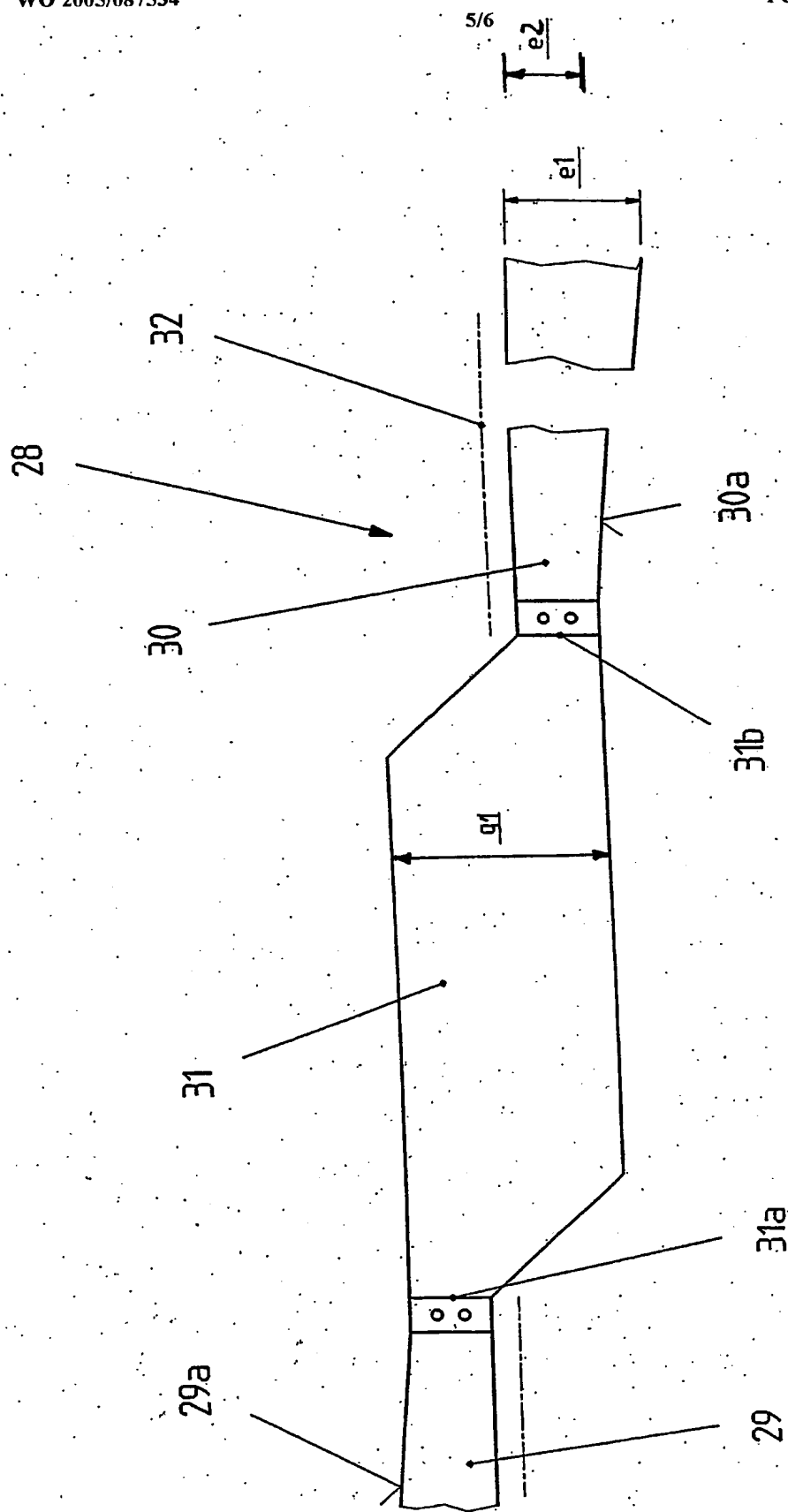


Figur 2

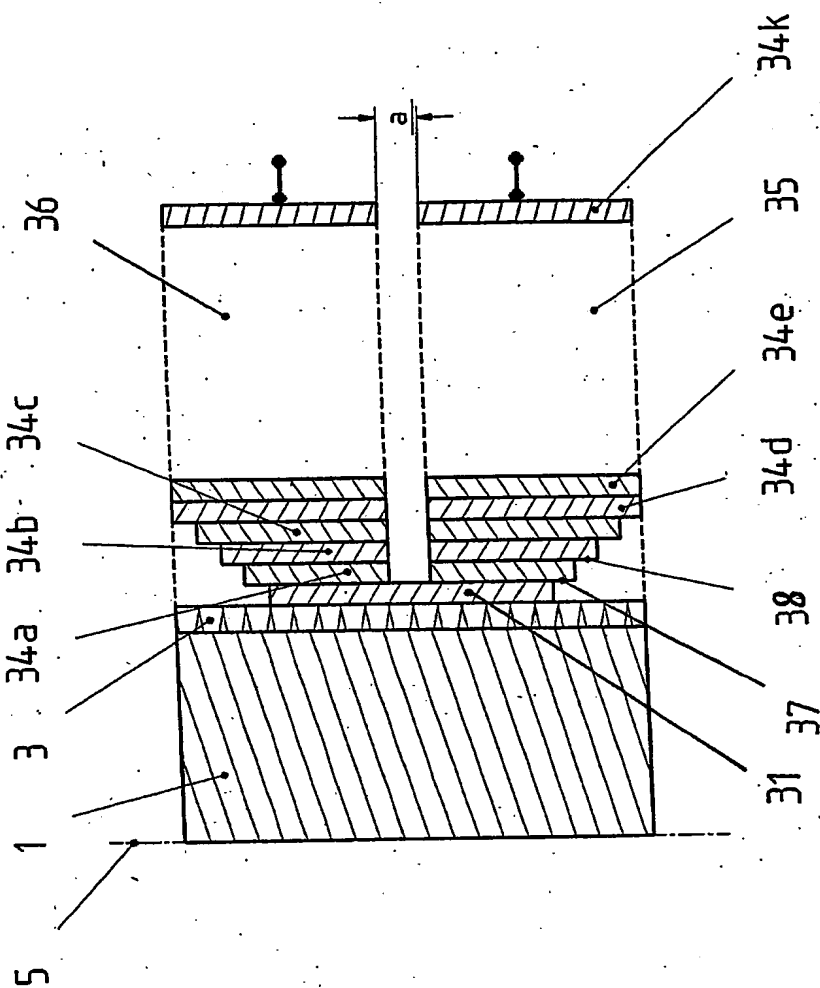




Figur 5



Figur 6



Figur 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2005/000219

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B60L13/04 H01F27/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B60L H01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 24 42 388 A (HOFFER) 18 March 1976 (1976-03-18) page 12; figures 4-6	1
Y	JP 06 290933 A (HITACHI CABLE LTD) 18 October 1994 (1994-10-18) abstract	1
A	JP 2004 040036 A (FUJIKURA LTD) 5 February 2004 (2004-02-05) abstract	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

26 May 2005

Date of mailing of the international search report

06/06/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bolder, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.
PCT/DE2005/000219

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 2442388	A	18-03-1976	DE 2442388 A1 CH 573164 A5	18-03-1976 27-02-1976
JP 06290933	A	18-10-1994	NONE	
JP 2004040036	A	05-02-2004	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2005/000219

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B60L13/04 H01F27/32

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B60L H01F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 24 42 388 A (HOFFER) 18. März 1976 (1976-03-18) Seite 12; Abbildungen 4-6	1
Y	JP 06 290933 A (HITACHI CABLE LTD) 18. Oktober 1994 (1994-10-18) Zusammenfassung	1
A	JP 2004 040036 A (FUJIKURA LTD) 5. Februar 2004 (2004-02-05) Zusammenfassung	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

26. Mai 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

06/06/2005

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bolder, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/000219

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2442388	A	18-03-1976	DE 2442388 A1 CH 573164 A5	18-03-1976 27-02-1976
JP 06290933	A	18-10-1994	KEINE	
JP 2004040036	A	05-02-2004	KEINE	